

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ НОВЫХ ВЫСОКОАЗОТИСТЫХ Cr-Mn-Mo-СТАЛЕЙ

Соколовская Ю.А., Пичугин А.В., Гулько А.Я.

Руководитель – доцент, д.т.н. Березовская В.В.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
bvv@mtf.ustu.ru

Введение азота в стали позволяет решать вопросы повышения их прочности, коррозионной стойкости и экономии легирующих элементов. Аустенитные коррозионно-стойкие стали с повышенным содержанием азота (около 1%) изготавливаются в настоящее время в промышленных масштабах, но в ограниченных объемах лишь для очень специального применения и при значительных дополнительных затратах на их обработку. Однако стали со стабилизированием аустенита не только азотом (до 0,6-0,7%), а также марганцем и никелем, но в меньших количествах, чем углеродистые Cr-Ni- и Cr-Mn-Ni-стали, используются гораздо шире. Это связано с тем, что они выплавляются более дешевым способом – из азотированного сырья.

В работе изучали коррозионно-стойкие Cr-Mn-стали с высоким содержанием азота 06X18AG19M2 и 07X16AG13M3, химический состав которых приведен в таблице 1. Стали выплавляли методом электрошлакового переплава под давлением азота и исследовали в состоянии:

- 1) после горячей пластической деформации при 1200-1150 °С (ГД);
- 2) последующего отжига в течение 1 часа при температурах 1050, 1100 и 1150 °С с закалкой в воде (ГД+З). Структуру сталей изучали на металлографическом цифровом комплексе Альтами МЕТ 1.

Таблица 1. Химический состав исследованных сталей

№ п/п	Марка стали	Содержание элементов, масс.%												
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Al	N	V	Ti	Cu
1	06X18AG19M2	0,06	0,65	19,13	0,018	0,001	17,51	2,20	0,13	0,008	0,81	0,08	0,002	0,03
2	07X16AG13M3	0,07	0,71	12,76	0,015	0,007	16,16	3,24	0,11	–	0,82	0,05	–	–

По результатам рентгеноструктурного анализа исследованные стали, обработанные по всем указанным режимам, состояли из 100 % аустенита (без учета избыточных фаз), наличия α - или ϵ -мартенсита не выявлено.

После горячей деформации прокаткой при температуре 1200-1150 °С в структуре обеих сталей (рис. 1) наблюдались следы пластической деформации в виде сохранившихся линий скольжения, что в большей степени проявилось у стали 1 (рис. 1, а, б). Можно сказать, что в стали 1 (с

19% Mn) процесс рекристаллизации несколько запаздывал по сравнению со сталью 2 (13 % Mn). Другим отличием стали 1 от стали 2 наблюдались равномерно распределенные дисперсные включения (светлые), которые, с учетом несколько большего содержания в стали ванадия и на основании ранее полученных результатов [1], можно связать с легированными хромом и титаном карбонитридами ванадия $Me(C,N)$ (рис. 1, б).

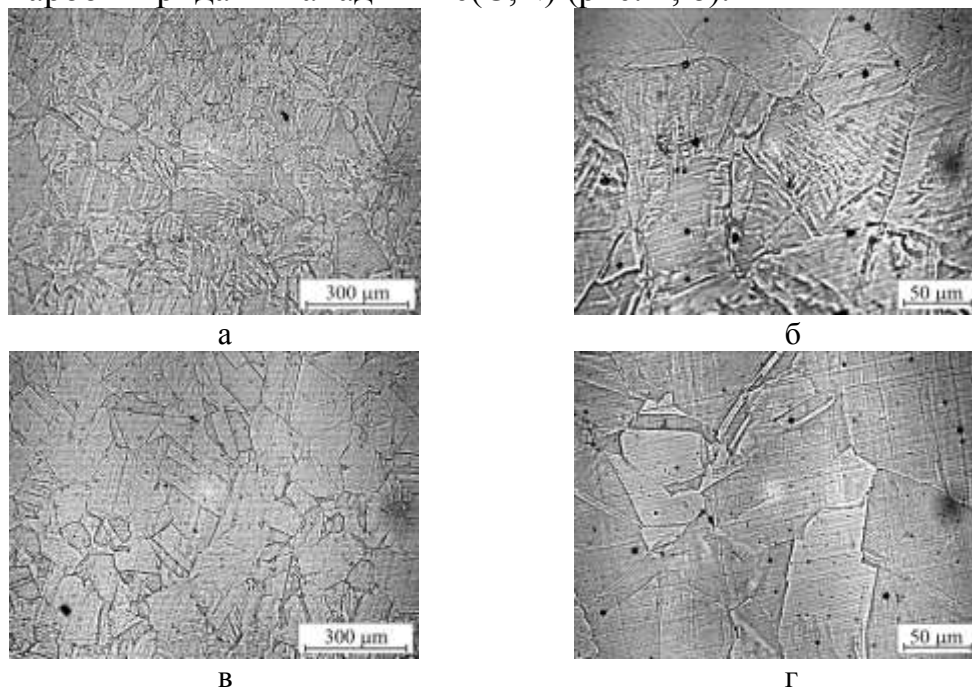


Рис. 1. Микроструктура сталей 1 (а, б) и 2 (в, г) в исходном ГД состоянии

После отжига при 1050 °С и закалки размер зерна аустенита составил 110 мкм и 80 мкм соответственно в стали 1 и 2 (рис. 2, 3) и практически не изменился с повышением температуры отжига. В обеих сталях после закалки от 1050, а в стали 2 и от 1100 °С наблюдались пограничные выделения избыточной фазы, предположительно Cr_2N сложного состава [2], которые присутствовали также и на границах двойников (рис. 2, г и 3, г, д).

Отжиг стали 1 при 1100 °С привел к растворению выделений гетерогенной избыточной фазы и к появлению равномерно распределенных дисперсных светлых включений (рис. 2, д), аналогичных полученным в горячедеформированном состоянии (рис. 1, в). В стали 2 после отжига и закалки от этой температуры процесс растворения второй фазы еще не был завершен, и наблюдалось 2 вида зеренной структуры: рекристаллизованного зерна и исходного зерна аустенита с выделениями нитридов хрома по границам (рис. 3, д).

Выдержка сталей при 1150 °С привела к частичному растворению гомогенных включений в стали 1 (рис. 2, е) и к полному завершению рекристаллизации в стали 2 и получению однородной аустенитной структуры без выделений каких-либо фаз (рис. 3, е).

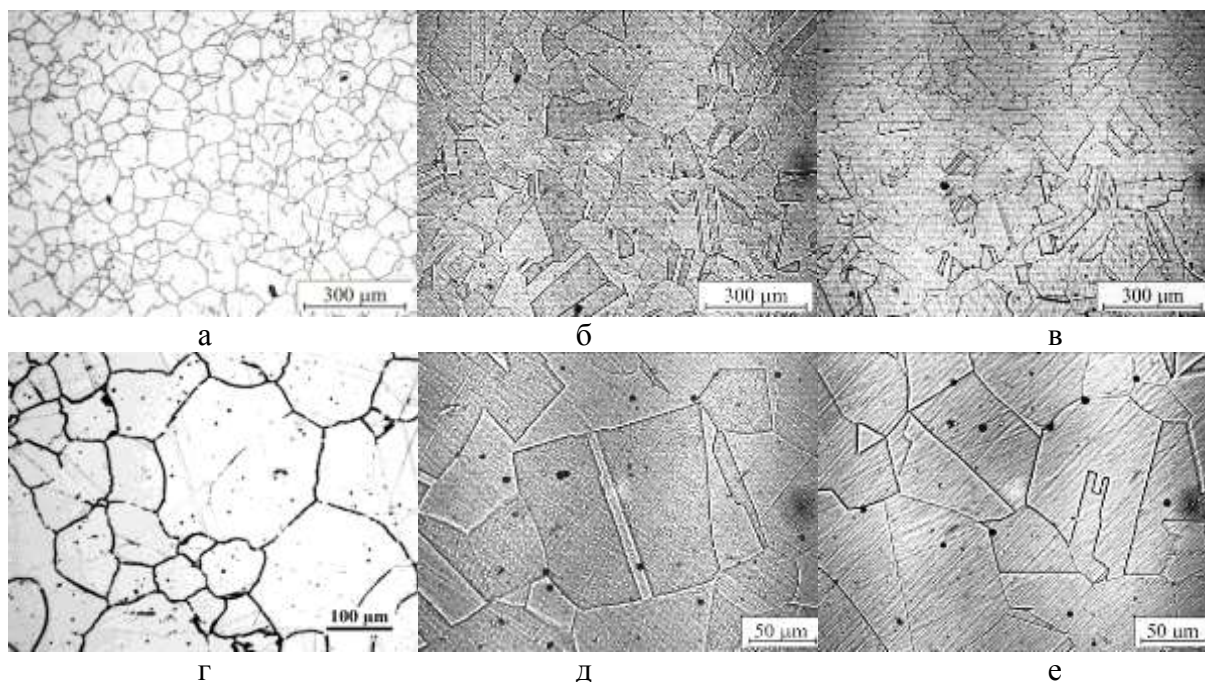


Рис. 2. Микроструктура стали 1 после закалки: а, г – от 1050; б, д – 1100; в, е – 1150 °С

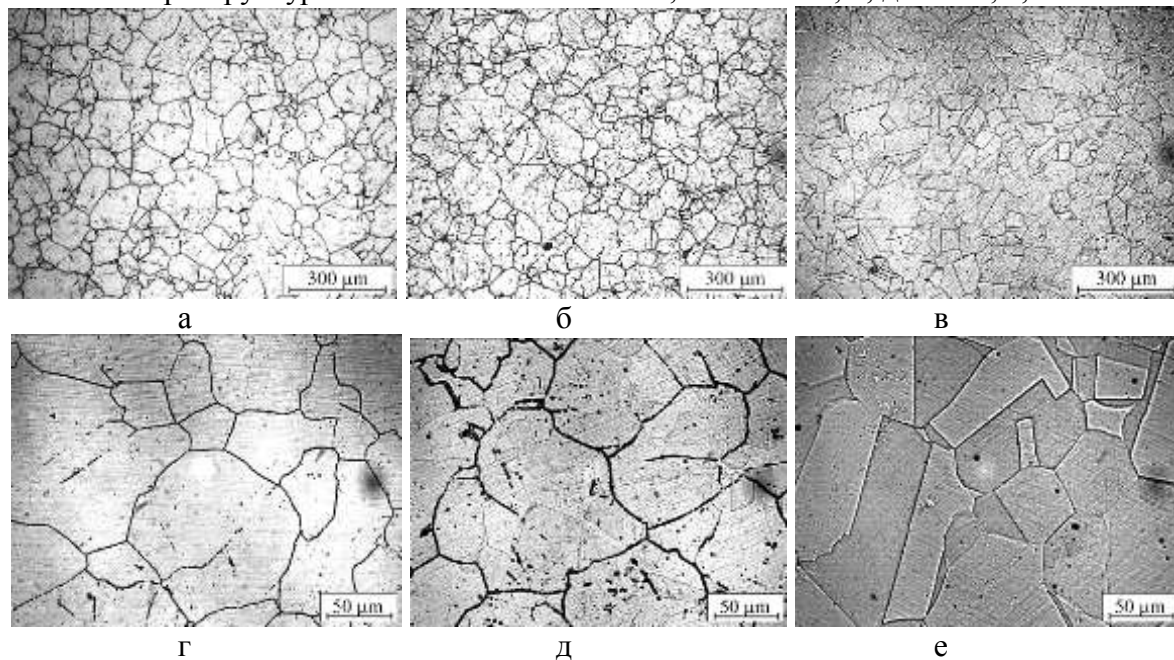


Рис. 3. Микроструктура стали 2 после закалки: а, г – от 1050; б, д – 1100; в, е – 1150 °С

Таким образом, вследствие различия химического состава сталей 1 и 2, в основном по содержанию марганца, процесс рекристаллизации, протекавшей в них при отжиге, выявил некоторые отличия.

Список литературы

1. Березовская В.В., Костина М.В., Блинов Е.В., Боброва В.Е., Банных И.О. Влияние термической обработки на структуру высокоазотистых аустенитных коррозионностойких сталей 04X22AG17H8M2Ф и 07X20AG9H8MФ. Металлы, 2009, № 2. С. 61-68.
2. Berezovskaya V.V., Bannykh O.A., Kostina M.V. et al. Effect of Aging and cold plastic Deformation on Structure and stress corrosion cracking in high nitrogen steels // Proceedings of 10-th International Conference on High Nitrogen Steels. HNS 2009. 6-8 July 2009, Moscow, Russia. MISIS, 2009. P. 96-101.